

Upaya Mengatasi Kemacetan di Jawa Barat Melalui Pengelompokan Kendaraan Pribadi

Andika Raka Yudistira¹, Hana Amanda Yasmin², Mustafa Kemal Pasya³

^{1,2,3}Jurusan Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, UIN Sunan Gunung Djati
Bandung, Indonesia

Korespondensi Penulis: andikarakayudistiraa@gmail.com

Abstrak

Pesatnya pertumbuhan kendaraan pribadi di Jawa Barat telah menjadi faktor utama yang memicu kemacetan, terutama di wilayah perkotaan. Penelitian ini menganalisis dampak pertumbuhan kendaraan pribadi terhadap kemacetan menggunakan metode klusterisasi K-Means untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik pertumbuhan kendaraan. Hasil penelitian mengidentifikasi lima kluster wilayah dengan tingkat pertumbuhan kendaraan yang bervariasi, di mana daerah perkotaan seperti Bogor, Bekasi, dan Bandung memiliki tingkat aktivitas kendaraan paling tinggi, sedangkan wilayah pedesaan seperti Tasikmalaya dan Ciamis memiliki tingkat aktivitas yang lebih rendah. Penelitian ini merekomendasikan penerapan kebijakan berbasis data untuk manajemen lalu lintas, pengembangan transportasi umum, serta tindakan preventif di kawasan semi-perkotaan. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan dan mendukung mobilitas yang lebih efektif serta berkelanjutan di Jawa Barat.

Kata Kunci: kendaraan pribadi, kemacetan, klusterisasi, Jawa Barat, transportasi.

Pendahuluan

Kemajuan zaman semakin meningkat, pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang pesat dijawab Barat dalam beberapa dekade telah menjadi fenomena yang sangat besar dan tidak terhindarkan, seiring dengan peningkatan kualitas hidup masyarakat dan perkembangan ekonomi, meningkatnya tingkat efektivitas dan kesejahteraan masyarakat transportasi pribadi menjadikan pilihan yang sangat utama dalam mobilitas sehari-hari. Namun, fenomena ini memberikan dampak yang cukup negatif terutama dalam hal kemacetan di Jawa Barat. Kemacetan menjadi masalah yang sangat serius yang dihadapi banyak daerah di Jawa Barat, khususnya kota-kota besar seperti Bandung, Depok, Bekasi, dll, yang merupakan pusat kegiatan ekonomi, industri serta pendidikan, peningkatan jumlah kendaraan pribadi dari beberapa dekade ini, yang tidak diimbangi dengan pengembangan fasilitas publik, transportasi publik yang memadai, berkontribusi besar terhadap meningkatnya tingkat kemacetan, hal ini menimbulkan berbagai dampak, mulai dari efisiensi waktu hingga polusi udara yang membahayakan kesehatan masyarakat.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya di Jawa Barat, terus meningkat. Pada tahun 2022, jumlah kendaraan bermotor di Jawa

Barat tercatat mencapai lebih dari 20 juta unit, dengan kendaraan roda dua mendominasi sekitar 80% dari total kendaraan tersebut. Di kota-kota besar seperti Bandung, jumlah kendaraan pribadi yang terdaftar telah meningkat lebih dari 50% dalam dua dekade terakhir. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan masyarakat untuk lebih mengandalkan kendaraan pribadi, daripada menggunakan transportasi umum. Selain itu, studi dari Dinas Perhubungan Kota Bandung menyatakan bahwa rata-rata kecepatan kendaraan di pusat kota Bandung pada jam sibuk dapat turun hingga 5-10 km/jam, yang jauh di bawah standar kecepatan ideal di perkotaan.

Kemacetan ini tidak hanya berdampak pada efisiensi waktu, tetapi juga berdampak pada perekonomian dan kualitas hidup masyarakat. Menurut laporan Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ), kemacetan di kawasan metropolitan Jawa Barat menelan biaya ekonomi yang besar, dengan kerugian mencapai sekitar Rp 100 triliun per tahun di wilayah Jabodetabek saja. Selain itu, kemacetan juga menyebabkan peningkatan polusi udara yang membahayakan kesehatan, dengan tingkat emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya semakin tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lebih dalam tentang pengaruh pertumbuhan kendaraan pribadi terhadap kemacetan di Jawa Barat, serta membahas dampak akibat dari pertumbuhan kendaraan pribadi dan fokus penulis yaitu pada kemacetan. Di samping itu, solusi-solusi potensial untuk mengurangi kemacetan, seperti pengembangan transportasi publik yang lebih efisien, manajemen lalu lintas yang lebih baik, serta kebijakan pengurangan kendaraan pribadi, akan dibahas dalam kajian ini. Dengan demikian, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi dalam merumuskan kebijakan transportasi yang lebih berkelanjutan dan dapat mengurangi dampak negatif kemacetan di Jawa Barat.

Pada penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Erwin Harahap (2022), menyoroti pemerataan arus kendaraan sebagai solusi jangka pendek untuk mengatasi kemacetan. Di sisi lain, Sriwati (2018) menekankan pentingnya peningkatan kapasitas jalan dan penerapan regulasi kendaraan pribadi sebagai langkah pengendalian. Sementara itu, Safitri, dkk (2024) menawarkan pendekatan berbasis perubahan perilaku melalui kampanye diet kendaraan pribadi untuk mendorong penggunaan transportasi umum. Meski demikian, belum ada penelitian yang secara terpadu menggabungkan pendekatan rekayasa lalu lintas, kebijakan regulasi, dan perubahan perilaku untuk menciptakan solusi yang lebih holistik. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan model integratif yang menggabungkan ketiga pendekatan tersebut, sekaligus mengevaluasi efektivitasnya dalam jangka panjang dan dalam konteks komparatif di berbagai kota dan kabupaten di wilayah Jawa Barat.

Kemacetan diartikan sebagai suatu kondisi terganggunya pergerakan lalu lintas yang menyebabkan penurunan kecepatan kendaraan hingga berhenti dalam waktu tertentu akibat tingginya volume kendaraan dibandingkan kapasitas jalan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa di Jawa Barat, kendaraan pribadi menyumbang lebih dari 80% total volume kendaraan di jalan. Pertumbuhan kendaraan pribadi, terutama sepeda motor, sangat pesat karena aksesibilitas yang mudah dan harga yang terjangkau. Akibatnya, ruang jalan cepat jenuh, terutama pada jam sibuk, yang menyebabkan kemacetan parah. Sementara itu, kendaraan umum seperti bus, angkutan kota, atau kereta api hanya berkontribusi sebagian kecil. UU No. 22 Tahun 2009 dan peraturan turunan lainnya menekankan pengurangan ketergantungan pada kendaraan pribadi dengan mengembangkan moda transportasi umum yang lebih terintegrasi dan efisien.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan kendaraan pribadi terhadap kemacetan di Jawa Barat. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola atau cluster tertentu yang menggambarkan hubungan antara volume kendaraan pribadi di Jawa Barat dikaitkan dengan kemacetan. Proses Pengumpulan data dilakukan pada tanggal 4 November dengan menganalisis klasterisasi pertumbuhan kendaraan pribadi dan tingkat kemacetan di Jawa Barat. Mendapat data melalui website Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Perhubungan Jawa Barat.

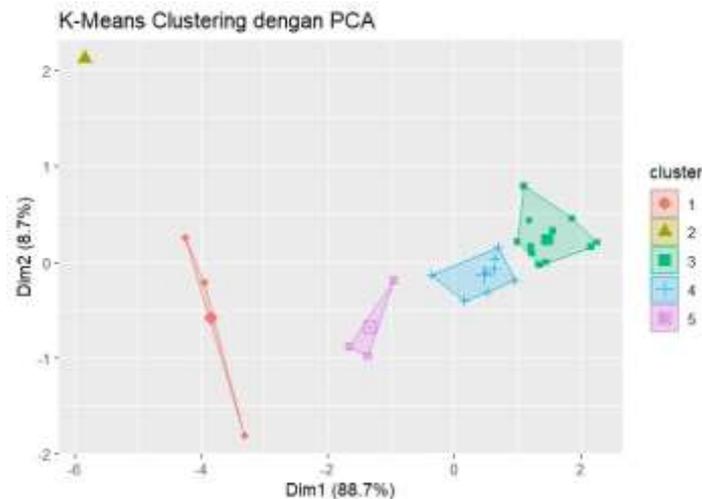
Populasi adalah keseluruhan kendaraan di wilayah Jawa Barat yang relevan dengan fenomena kemacetan akibat pertumbuhan kendaraan pribadi. Secara spesifik, populasinya mencakup wilayah geografis, yaitu semua kabupaten dan kota di Jawa Barat. Serta seluruh data kendaraan pribadi dan umum yang terdaftar di wilayah Jawa Barat. Sampel adalah Sebagian kendaraan, yaitu kendaraan pribadi mobil dan motor yang dipilih untuk mewakili seluruh populasi.

Teknik analisis yang digunakan yaitu klasterisasi dengan metode K-Means yang bertujuan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan karakteristik. Dengan hasil analisis akhir yang diharapkan yaitu dapat mengidentifikasi cluster wilayah di Jawa Barat berdasarkan tingkat pertumbuhan kendaraan dan menganalisis hasil klasterisasi dampak kemacetan.

Hasil dan Pembahasan

Analisis klasterisasi menggunakan metode K-Means bertujuan untuk mengelompokkan pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi dari terpadat hingga terendah di wilayah Jawa Barat yaitu pada kendaraan mobil dan sepeda motor. Dengan data aslinya yang mencakup berbagai kategori seperti mobil, sepeda motor, bus dan truk. Klasterisasi ini dilakukan untuk memahami pola distribusi kendaraan kendaraan pribadi yaitu mobil dan sepeda motor sebagai salah satu faktor utama yang memengaruhi potensi kemacetan lalu lintas. Hasil klasterisasi membagi wilayah menjadi 5 klaster yang masing-masing merepresentasikan kelompok dengan karakteristik serupa dalam hal jumlah kendaraan.

Analisis Grafik *optimal number of cluster*, Terlihat ada "titik siku" (*elbow point*) di cluster 5. Ini menunjukkan bahwa jumlah cluster optimal yang dipilih dalam analisis adalah 5. Pembagian ke dalam 5 cluster ini sejalan dengan hasil *Elbow Method* yang mendeteksi bahwa setelah cluster 5, penurunan WSS menjadi lebih lambat dan datar. lebih banyak kluster tidak memberikan peningkatan signifikan dalam pemisahan data. Rata-rata *silhouette width* sebesar 0.36 menunjukkan bahwa hasil clustering cukup baik.

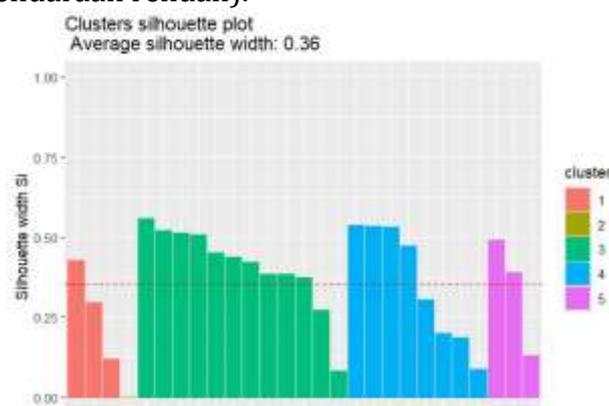


Gambar 2. K-Means Clustering dengan PCA

Grafik menunjukkan bahwa wilayah telah dikelompokkan ke dalam 5 kluster. Dalam grafik *K-Means Clustering* dengan PCA, Dimensi utama yaitu Dim 1 dan Dim 2, dimana:

- 1) Dim1 (88.7%) mencakup hampir seluruh variasi data (99.5%), sehingga dimensi ini kemungkinan besar berkaitan dengan variabel yang memiliki kontribusi terbesar, seperti jumlah total kendaraan bermotor di wilayah.
- 2) Dim2 (8.7%) hanya mencakup sebagian kecil variasi, menunjukkan variabel tambahan yang memengaruhi klusterisasi, seperti distribusi kendaraan tertentu (misalnya, proporsi mobil vs sepeda motor).

Kluster dengan simbol berbeda mewakili kelompok wilayah yang memiliki pola karakteristik kendaraan bermotor yang mirip. Pada Kluster 1 (warna Merah) terletak jauh dari pusat (Sebelah kiri) ini merepresentasikan wilayah dengan jumlah konsentrasi kendaraan yang sangat tinggi atau ekstrem antara mobil dan sepeda motor. Sedangkan Kluster 2, 3, 4, dll, masing-masing memiliki pola spesifik, seperti dominasi kendaraan sepeda motor/mobil yang tinggi atau wilayah dengan jumlah kendaraan rendah).



Gambar 3. Cluster Silhouette Plot

Grafik Cluster Silhouette Plot memberikan gambaran kualitas clustering berdasarkan Silhouette Width. Nilai Silhouette Width mengukur seberapa baik titik data berada dalam cluster yang tepat dengan nilai ideal mendekati 1.0 dan rata-rata Silhouette Width menunjukkan di angka

0.36. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas clustering cukup baik, tetapi masih ada beberapa titik yang kurang ideal. Hasil analisis berdasarkan Cluster:

1. **Cluster 1 (Merah)** mencakup wilayah: Kab Bogor, Kab Bekasi dan Kota Bekasi. Merupakan daerah-daerah dengan aktivitas kendaraan yang tinggi dengan jumlah penduduk yang padat juga berupa wilayah metropolitan dengan menggunakan sepeda motor sebagai alat transportasi utama.
2. **Cluster 2 (Hijau)** mencakup wilayah: Kota Bandung, Kendaraan pribadi seperti mobil dan sepeda motor mendominasi penggunaan transportasi di Kota Bandung, menunjukkan ketergantungan yang tinggi terhadap moda transportasi ini.
3. **Cluster 3 (Hijau Tua)** mencakup wilayah: Tasikmalaya, Ciamis, Kuningan Majalengka, Sumedang, Purwakarta, Pangandaran, Kota sukabumi, Kota Cirebon, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya dan Kota banjar yang mobilitas kendaraannya cenderung rendah, mencerminkan karakteristik wilayah rural atau daerah dengan infrastruktur transportasi terbatas.
4. **Cluster 4 (Biru)** mencakup wilayah Kab sukabumi, Cianjur, Garut, Kab Cirebon, Indramayu, Subang, Bandung Barat dan Kota Bogor. Cluster ini kemungkinan mencakup wilayah dengan jumlah kendaraan sedang tetapi terdapat variabilitas tinggi antara sepeda motor.
5. **Cluster 5 (Ungu)** mencakup wilayah Kab. Bandung, Karawang dan Kota Depok yang menunjukkan peningkatan aktivitas kendaraan, karena ketiga daerah ini merupakan wilayah perkotaan atau daerah penyangga kota besar, juga merupakan jumlah kendaraan moderat atau merujuk pada wilayah-wilayah yang berada di tengah-tengah spektrum jumlah kendaraan bermotor.

Berikut merupakan data hasil clustering yang menggunakan analisis dengan metode K-means

1	Wilayah	Jumlah Mobil	Jumlah Bus	Jumlah Truk	Jumlah Sepeda Motor	Cluster
1	Bogor	184107	973	48420	1432550	1
2	Sukabumi	42610	468	20506	470842	4
4	Cianjur	40053	643	19337	410835	4
5	Bandung	125496	982	37762	957933	5
6	Garut	39819	925	18252	388271	4
7	Tasikmalaya	23041	626	13416	266980	3
8	Ciamis	23054	925	13456	247921	3
9	Kuningan	18238	599	8926	307202	3
10	Cirebon	56054	1263	24539	658894	4
11	Majalengka	24816	859	12123	338538	3
12	Sumedang	25420	335	9632	285436	3
13	Indramayu	37554	799	13552	478009	4
14	Subang	31873	451	12321	400362	4
15	Purwakarta	33335	513	10820	267984	3
16	Karawang	95790	1382	30066	738650	5
17	Bekasi	222779	1815	58728	1227750	1
18	Bandung Barat	69630	516	21395	541965	4
19	Pangandaran	6822	47	4179	78327	3
20	Kota Bogor	93048	621	11772	362278	4
21	Kota Sukabumi	19553	515	5079	95509	3
22	Kota Bandung	372806	5512	65987	1107464	2
23	Kota Cirebon	29984	411	12426	130009	3
24	Kota Bekasi	300651	2351	55445	1247706	1
25	Kota Depok	192821	698	19240	826839	5
26	Kota Cimahi	46876	246	6616	239042	3
27	Kota Tasikmalaya	28825	1302	12251	201379	3
28	Kota Banjar	5955	58	2501	59155	3

Gambar 4. Hasil Klasterisasi Data Jumlah Kendaraan Mobil-Truk-Bus-Sepeda Motor

Berdasarkan hasil analisis klasterisasi dapat memberikan wawasan awal mengenai hubungan antara pertumbuhan kendaraan bermotor dan potensi kemacetan di Jawa Barat. Secara garis besar, bahwa pada wilayah rural di KCluster 3 dapat mempertahankan kelancaran lalu lintas melalui perencanaan kendaraan yang terintegrasi. Kemudian Wilayah semi-urban di Cluster 1 dan 5 memerlukan kebijakan pencegahan dini untuk menghindari lonjakan kemacetan di masa depan.

Berdasarkan hasil analisis Cluster, implikasi berdasarkan teori arus lalu lintas yaitu cluster dengan aktivitas kendaraan rendah yaitu Cluster 3 menunjukkan kepadatan jalan rendah, sehingga kecepatan cenderung stabil. Sedangkan Cluster 1 dan 5 yang memiliki kepadatan kendaraan yang tinggi seperti wilayah Bogor, Bekasi, Depok menyebabkan penurunan signifikan dalam kecepatan laju kendaraan terutama pada jam sibuk, akan mengalami kejenuhan lalu lintas atau mencerminkan kapasitas jalan yang terlampaui.

Implikasi berdasarkan teori Kapasitas Jalan (*Road Capacity Theory*) Pada Cluster 1 dan 5 menunjukkan volume kendaraan jauh melebihi kapasitas jalan, menyebabkan kemacetan yang signifikan. Ketidakseimbangan antara volume kendaraan dan kapasitas jalan menjadi penyebab utama kemacetan di wilayah dengan aktivitas kendaraan tinggi ini. Sedangkan Cluster 2 dan 4 yang berada di tengah spektrum, di mana kapasitas jalan cukup tetapi perlu dioptimalkan untuk mengatasi pertumbuhan kendaraan. Dan dikarenakan cluster 3 merupakan wilayah rural, maka kapasitas jalan yang dimiliki pun rendah karena infrastruktur transportasi terbatas, meskipun volume kendaraan rendah.

Implikasi berdasarkan teori pilihan moda transportasi (*mode choice theory*) Pada cluster urban (1 dan 5) moda transportasi sangat didominasi kendaraan pribadi meskipun infrastruktur transportasi publik tersedia. Contohnya, adanya KRL di Bekasi. Namun mungkin masyarakat lebih memperhatikan efisiensi waktu dan kenyamanan tersendiri. Sedangkan pada cluster 3 yaitu wilayah rural, moda transportasi masih bergantung pada angkutan lokal atau sepeda motor karena keterbatasan infrastruktur angkutan umum dikarenakan. Sedangkan cluster 2 dan 4 yang merupakan wilayah moderat. Pilihan moda transportasi mulai beragam, dengan angkutan umum menjadi alternatif di beberapa wilayah. Ketergantungan pada kendaraan pribadi menjadi penyebab utama kepadatan di wilayah urban, sedangkan wilayah rural memerlukan peningkatan aksesibilitas transportasi umum.

Dalam hal ini, terdapat beberapa rekomendasi kebijakan dalam upaya untuk mengatasi kemacetan berdasarkan hasil klasterisasi kendaraan pribadi yaitu mobil dan motor di berbagai wilayah Jawa Barat

Melakukan pengembangan transportasi umum pada wilayah dengan kepadatan tinggi seperti Cluster 1 dan 5, yang memerlukan peningkatan kualitas dan aksesibilitas transportasi publik untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi. Yang kedua, menerapkan manajemen lalu lintas berbasis data, data klasterisasi ini dapat digunakan untuk merancang kebijakan lalu lintas berbasis wilayah, seperti pengaturan waktu lampu lalu lintas, penerapan zona kendaraan terbatas, atau jalur khusus transportasi umum. Yang ketiga, penerapan kebijakan pencegahan dini di wilayah semi-urban pada cluster 2 dan 4, diperlukan langkah preventif seperti pelebaran jalan dan integrasi moda transportasi untuk menghindari kemacetan di masa depan. Klasterisasi ini perlu diperbarui secara berkala dan dilakukan pemantauan berkelanjutan untuk mengidentifikasi tren baru dan merancang strategi transportasi yang adaptif dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kendaraan pribadi yang pesat di Jawa Barat memberikan kontribusi signifikan terhadap kemacetan, terutama di wilayah urban seperti Bogor, Bekasi, dan Bandung. Analisis klasterisasi dengan metode K-Means menghasilkan lima klaster wilayah berdasarkan tingkat pertumbuhan kendaraan, yang mencerminkan variasi dalam pola distribusi kendaraan dan dampaknya terhadap lalu lintas.

Wilayah urban memiliki kepadatan kendaraan yang tinggi, mengakibatkan kemacetan parah terutama pada jam sibuk. Sebaliknya, wilayah rural cenderung memiliki kepadatan lalu lintas rendah akibat infrastruktur yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, beberapa rekomendasi kebijakan diberikan, termasuk pengembangan transportasi publik di wilayah urban, penerapan manajemen lalu lintas berbasis data, dan langkah pencegahan dini di wilayah semi-urban.

Kesimpulan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik yang mencakup pengelolaan moda transportasi, optimalisasi infrastruktur jalan, dan perbaikan transportasi publik untuk mengurangi kemacetan secara berkelanjutan di Jawa Barat.

Referensi

- Syahbandi, M., Sulistyorini, R., & Shahnaz. (2019). Kecenderungan Pemilihan Moda Kendaraan Pribadi dan Transportasi Publik Masyarakat Kota Tangerang Selatan.
- Harahap, E., Aditya, Z., Badruzzaman, F., Fajar, Y., Bastia, A., Zeina, S., & Kudus, A. (2022). Solusi Kemacetan Lalu Lintas Kota Bandung Melalui. *Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi*, Vol. 4, No 1. 27-36.
- Nabilah, L. A., Bintari, A., & Dharmawan, I. (2022). Tata kelola pemerintahan dalam mengatasi kemacetan melalui penyediaan transportasi public (studi pada pengelolaan trans metro bandung oleh dinas perhubungan kota bandung tahun 2020). *janitra (jurnal administrasi pemerintahan)*, Vol 2, No 1.
- Nabilla, D., Bakti, I., & Subekti, P. (2024). Pengaruh Kampanye “Diet” Kendaraan Pribadi Terhadap Penggunaan. *AGUNA: Jurnal Ilmu Komunikasi*, Volume 5, No. 02.
- Rivaldi, R., & Novriani, S. (2024). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Terhadap Kapasitas Ruas Jalan Di Kota Bandung (Studi Kasus: Jalan Raya Ujung Berung Kota Bandung). *Journal of research and inovation in civil engineering as applied science (rigid)*, Vol. 3 No. 1 .
- Sriwati. (2018). Pengaruh pertumbuhan kendaraan dan kapasitas jalan terhadap kemacetan di ruas jalan perintis kemerdekaan. *Open Science Framework*, Vol. 2 Issue 2 .
- Wahyunia r, N., Maryam, S., & Tahir, M. (2024). Analisis Pengaruh Kecenderungan Masyarakat Menggunakan Kendaraan Pribadi Di Kota Makassar. *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 6., No. 2.